

以懸網式孵化法 提高黏性卵魚類育苗率之研究

朱 錦 忠

摘 要

具有食用或觀賞價值的經濟魚種中，以產粘性卵之魚類居多。而此等魚類的特性是，不但受精卵粘附在魚巢上，即使孵化後的初生苗亦然。因此，如欲提高此類魚苗的生產量，除了要增加受精率與孵化數外，避免初生苗因水流或泳動而離巢死亡，是一個重要的努力方向。

爲了尋求一種較佳的孵化方法，本實驗以金菠蘿和神仙魚爲材料，將附有粘性受精卵之魚巢，放入底置式、斜置式、高置式、懸網式等四種孵化環境中，其結果以懸網式孵化法所得的育苗率最佳（金菠蘿 = 56.44%；神仙魚 = 80.22%），且與其它方法比較，具有顯著性的差異。

分析懸網式孵化法之所以優於其它三法之原因，在於該法除顧及水的溶氧循環外，也成功的防止初生苗因掉落所造成的死亡。就經濟效益的角度來看，該法的確有助於減少生產力的浪費，進而具有提高產量與產值的功能。

一、前言

魚卵的特性，可分為沈性卵與浮性卵兩種。產浮性卵者以海水魚居多⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁹⁾，淡水魚中僅有少數的鬥魚科(Family Belontiidae)魚類有之⁽⁹⁾；而產沈性卵之魚類則分布較廣，且若依其卵面粘性之有無，又可將之分為粘着性卵類與非粘着性卵類⁽⁵⁾，其中以粘性卵較為普遍。例如，淡水水域裡的鯉科(Family Cyprinidae)，即是粘性卵魚類之最常見者，而慈鯛科(Family Cichlidae)中，除有口孵習性者外，其它也大都產粘性卵。因此，在具有食用或觀賞價值的經濟魚種中，產粘性卵者佔絕大多數。故若以經濟效益的角度來看，如何提高此等魚類的產量與產值，是水產養殖工作者所引頸企盼的技術。

至於水產增殖技術的改良，大約可從幾個方向來努力。第一是提高種魚的產卵量與縮短產卵週期，第二是增加孵化率與育苗率，第三才是提高養成階段的成長率與存活率。而本研究的目的，即在比較幾種孵化方法對育苗率的影響，期能從上述的第二個方向着手改良增殖技術，以做為水產養殖工作之參考。

二、材料與方法

產粘性卵之魚類，一般會以某類固定物或漂浮物作為魚巢⁽¹⁾⁽¹⁰⁾。因此，養殖工作者乃依此習性，設計各種不同的誘導物來收集魚卵，然後再將這些附有受精卵的魚巢集中孵化而採得魚苗⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾。但在此孵化與育苗的過程中，成敗的關鍵繫於受精卵孵化率的高低，與孵化後魚苗存活數的多寡。是以本實驗乃以金菠蘿(*Cichlasoma severum*—gold form)及神仙魚(*Pterophyllum scalare*—marbled form)的粘性卵為材料，比較在四種孵化環境下所得育苗率的差異，並進而分析各種孵化法之優劣因素。

(一)種魚來源：

本實驗以金菠蘿(C)及神仙魚(P)各三對為種魚，分為C—I、C—II、C—III及P—I、P—II、P—III共六組。實驗開始時，金菠蘿體長為14~16cm，體重約140~150g；而神仙魚體長為7.5~8.5cm，體重為20~25g。六對種魚均由作者自行繁殖培育而得，金菠蘿魚齡為15個月，神仙魚為12個月。

(二)實驗日期：

本實驗自1992年9月1日起，將已配對並有產卵紀錄之種魚分別置入產卵箱中待產。在各組種魚均成功的產卵並孵化十二次後，實驗即告結束，全程歷時約六個月。

(三)種魚飼養狀況：

各對金波蘿飼於90×45×45cm之水族箱中，水深35cm，總水量140ℓ；而神仙魚則飼於較小之水族箱，規格是60×30×32cm，水深28cm，總水量為50ℓ。

各組種魚每日早晚各餵食一次市售之冷凍紅蟲(Blood worm)，金波蘿每組每次餵食16g；神仙魚則每組每次餵食4g（以濕重計）。

(四)水質狀況：

種魚箱中各置通氣式海棉過濾球一套，通氣量為0.6ℓ/1min。而為免水質惡化，於每次產卵後以自來水抽換總水量三分之二，並清洗水族箱內壁着生之藻類。依此處理方法，箱水之pH值大致可保持在6.7~7.2之間。但由於pH可能影響受精率，故在產卵前測定pH值為重要之工作，如發現偏離上述範圍，則用增酸劑或增鹼劑調整之。

水溫方面，以感應式自動控制器及100W沈水式加熱棒，維持水溫於30°C。而光照為室內有窗之狀況，未予特別控制。

(五)產卵箱及魚巢之佈置：

本實驗以一片20cm×20cm之磁磚，平置箱底或斜靠箱側（背面向上）作為誘導種魚產卵之魚巢。箱內除必要之過濾棉、溫度計、加熱棒外，無其它佈置物，因此均成功的誘導種魚將卵產在磁磚上。

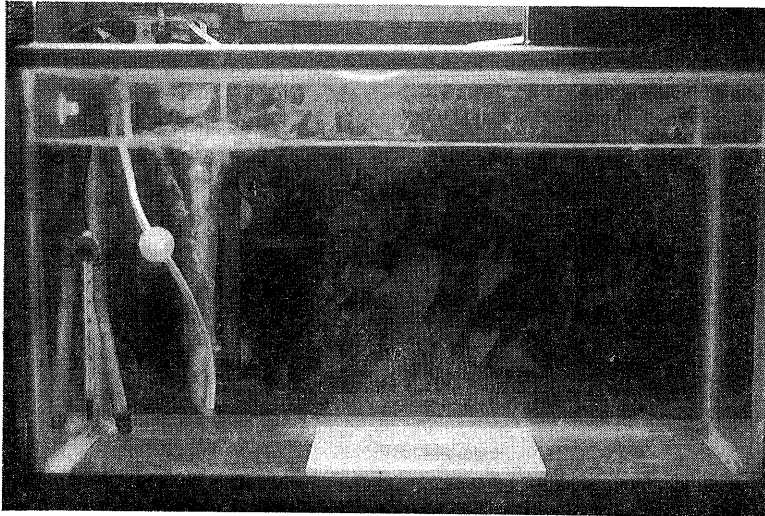
(六)產卵量與育苗率之計算：

各組種魚所產的卵，均在產畢2hr之內拍照後，連魚巢移入實驗計畫預定之孵化環境中孵化。產卵量之計算以5"×7"之照片點算而得，而魚苗的存活數，則在開始攝食的第五天計算得之。

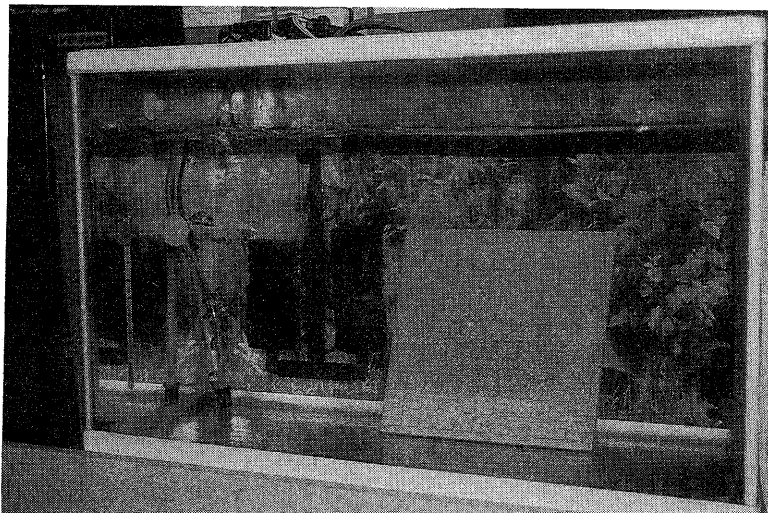
(七) 孵化法與實驗設計：

本實驗中的各組種魚，均總計取得12次受精卵。其孵化法是：第一次為底置式，第二次為斜置式，第三次為高置式，第四次為懸網式，餘第五～八次，第九～十二次類推。至於上述之孵化方式，說明如下：

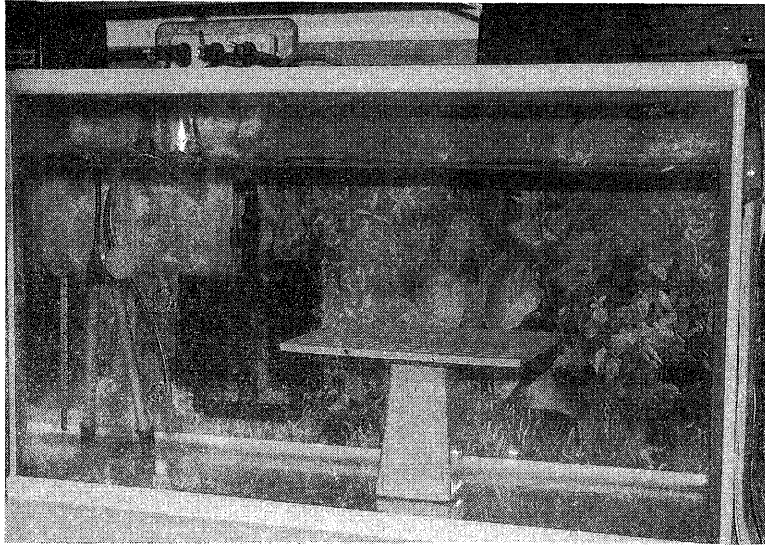
1. 底置式：將附有受精卵之魚巢平置於箱底孵化。（如圖一）
2. 斜置式：將附有受精卵之魚巢以約 25° 角斜靠於箱側孵化。（如圖二）
3. 高置式：將魚巢平置於倒立之陶瓷花盆上，魚巢高度約為水深之中央部份。（如圖三）
4. 懸網式：以細目(100目/ 1cm^2)柔軟之手抄網懸掛於孵化箱內，網緣高於水面約2～3 cm，再將魚巢斜置入網中孵化。（如圖四、五）



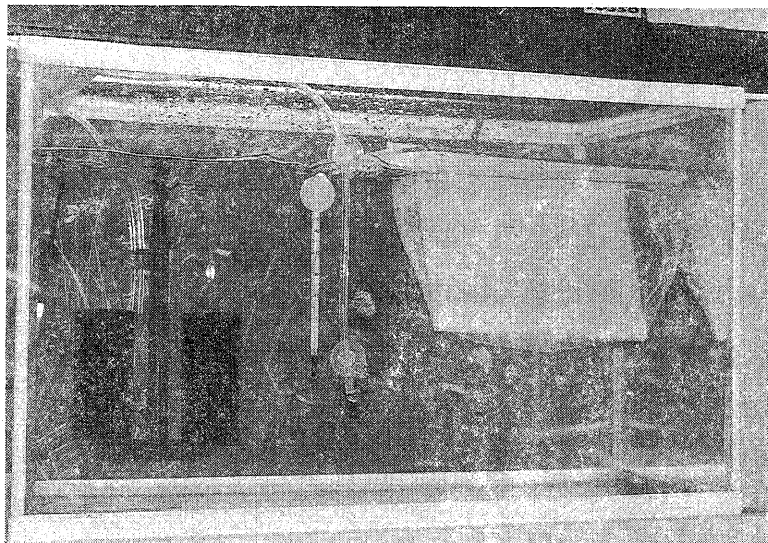
圖一：底置式孵化法



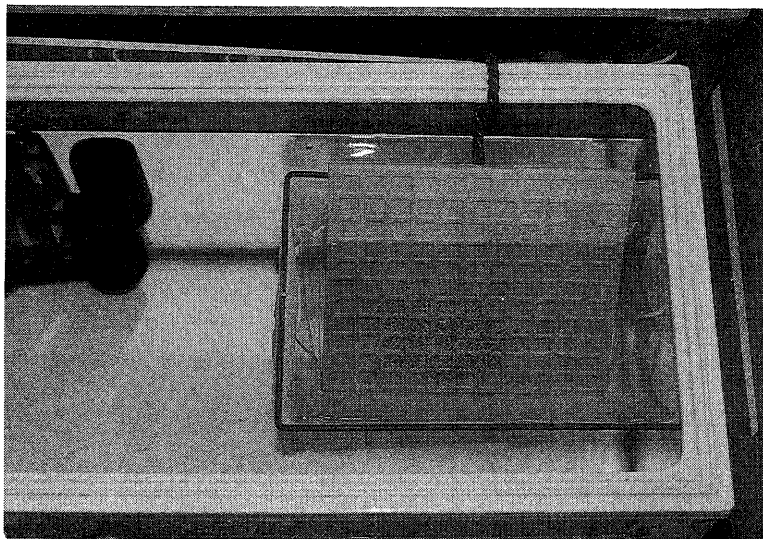
圖二：斜置式孵化法



圖三：高置式孵化法



圖四：懸網式孵化法（正視）



圖五：懸網式孵化法（上視）

(八) 孵化條件與育苗狀況：

上述孵化法均在 $60 \times 30 \times 32$ cm之水族箱進行。孵化水為打氣一天之自來水，置入魚巢前另以20ppm之甲醛抑制水生真菌之生長。

孵化箱後側角落置海棉過濾器，前側中央位置另固定一打氣管以充分達到供氣與循環，打氣量兩管均約 $0.6 \text{ l} / 1 \text{ min}$ 。

受精卵孵化後，待初生苗全部離巢自由泳動時，除保留必要之過濾設備及加熱棒外，將魚巢及附屬的盜盆、打氣管、懸網等取出，而魚苗則留在原箱內，以當天孵化之豐年蝦(Brine shrimp)餵食五天後計算其活存數。

魚苗餵食期間，為免殘餌導致死亡⁽⁷⁾，每日少量餵食三次；且為維水質，隨時吸除箱底殘餌及排泄物。

三、結果

經實驗，紀錄各對種魚之產卵日，產卵量、孵化法及育苗率如下列表一～表六；而各種孵化法所得育苗率之比較如表七、表八。

表一：C - I 之產卵量、孵化法、活存數及育苗率					
產卵序	產卵日期	產卵量	孵化法	活存數	育苗率
1.	5/Sep	1394	底置式	432	0.31
2.	16/Sep	1461	斜置式	614	0.42
3.	25/Sep	1499	高置式	540	0.36
4.	6/Oct	1389	懸網式	722	0.52
5.	17/Oct	1561	底置式	656	0.42
6.	27/Oct	1432	斜置式	559	0.39
7.	5/Nov	1444	高置式	578	0.40
8.	16/Nov	1383	懸網式	816	0.59
9.	27/Nov	1501	底置式	525	0.35
10.	15/Dec	1542	斜置式	540	0.35
11.	25/Dec	1474	高置式	708	0.48
12.	4/Jan	1460	懸網式	832	0.57

表二：C - II之產卵量、孵化法、活存數及育苗率					
產卵序	產卵日期	產卵量	孵化法	活存數	育苗率
1.	11/Sep	1497	底置式	419	0.28
2.	21/Sep	1464	斜置式	673	0.46
3.	30/Sep	1603	高置式	850	0.53
4.	14/Oct	1402	懸網式	855	0.61
5.	25/Oct	1590	底置式	540	0.34
6.	5/Nov	1544	斜置式	463	0.30
7.	14/Nov	1495	高置式	762	0.51
8.	23/Nov	1633	懸網式	931	0.57
9.	5/Dec	1651	底置式	644	0.39
10.	15/Dec	1503	斜置式	601	0.40
11.	24/Dec	1481	高置式	667	0.45
12.	3/Jan	1632	懸網式	898	0.55

表三：C - III之產卵量、孵化法、活存數及育苗率

產卵序	產卵日期	產卵量	孵化法	活存數	育苗率
1.	14/Sep	1388	底置式	292	0.21
2.	3/Oct	1500	斜置式	375	0.25
3.	13/Oct	1543	高置式	802	0.52
4.	22/Oct	1439	懸網式	705	0.49
5.	31/Oct	1490	底置式	566	0.38
6.	10/Nov	1551	斜置式	651	0.42
7.	19/Nov	1374	高置式	563	0.41
8.	29/Nov	1369	懸網式	821	0.60
9.	8/Dec	1480	底置式	607	0.41
10.	20/Dec	1562	斜置式	516	0.33
11.	30/Dec	1539	高置式	862	0.56
12.	10/Jan	1481	懸網式	859	0.58

表四：P - I之產卵量、孵化法、活存數及育苗率

產卵序	產卵日期	產卵量	孵化法	活存數	育苗率
1.	9/Sep	796	底置式	470	0.59
2.	18/Sep	754	斜置式	483	0.64
3.	28/Sep	811	高置式	600	0.74
4.	4/Oct	684	懸網式	534	0.78
5.	13/Oct	743	底置式	453	0.61
6.	20/Oct	750	斜置式	518	0.69
7.	28/Oct	704	高置式	570	0.81
8.	3/Nov	672	懸網式	564	0.84
9.	11/Nov	699	底置式	398	0.57
10.	19/Nov	821	斜置式	517	0.63
11.	27/Nov	777	高置式	513	0.66
12.	5/Dec	854	懸網式	683	0.80

表五：P - II之產卵量、孵化法、活存數及育苗率

產卵序	產卵日期	產卵量	孵化法	活存數	育苗率
1.	8/Sep	783	底置式	501	0.64
2.	15/Sep	831	斜置式	424	0.51
3.	22/Sep	655	高置式	517	0.79
4.	30/Sep	796	懸網式	677	0.85
5.	7/Oct	774	底置式	387	0.50
6.	21/Oct	845	斜置式	515	0.61
7.	29/Oct	709	高置式	553	0.78
8.	4/Nov	821	懸網式	616	0.75
9.	11/Nov	670	底置式	275	0.41
10.	19/Nov	745	斜置式	395	0.53
11.	26/Nov	833	高置式	566	0.68
12.	2/Dec	805	懸網式	660	0.82

表六：P - III之產卵量、孵化法、活存數及育苗率

產卵序	產卵日期	產卵量	孵化法	活存數	育苗率
1.	8/Sep	753	底置式	346	0.46
2.	15/Sep	794	斜置式	301	0.38
3.	21/Sep	842	高置式	623	0.74
4.	30/Sep	811	懸網式	640	0.79
5.	5/Oct	839	底置式	461	0.55
6.	12/Oct	806	斜置式	443	0.55
7.	18/Oct	783	高置式	462	0.59
8.	24/Oct	754	懸網式	618	0.82
9.	31/Oct	779	底置式	475	0.61
10.	7/Nov	831	斜置式	515	0.62
11.	14/Nov	880	高置式	669	0.76
12.	21/Nov	765	懸網式	589	0.77

表七：金波蘿各種孵化法所得育苗率比較表

育苗率 組別	孵化法 底置式	斜置式	高置式	懸網式
C - I	0.31	0.42	0.36	0.52
C - I	0.42	0.39	0.40	0.59
C - I	0.35	0.35	0.48	0.57
C - II	0.28	0.46	0.53	0.61
C - II	0.34	0.30	0.51	0.57
C - II	0.39	0.40	0.45	0.55
C - III	0.21	0.25	0.52	0.49
C - III	0.38	0.42	0.41	0.60
C - III	0.41	0.33	0.56	0.58
平均育苗率	0.3433	0.3689	0.4689	0.5644

表八：神仙魚各種孵化法所得育苗率比較表

育苗率 組別	孵化法 底置式	斜置式	高置式	懸網式
P - I	0.59	0.64	0.74	0.78
P - I	0.61	0.69	0.81	0.84
P - I	0.57	0.63	0.66	0.80
P - II	0.64	0.51	0.79	0.85
P - II	0.50	0.61	0.78	0.75
P - II	0.41	0.53	0.68	0.82
P - III	0.46	0.38	0.74	0.79
P - III	0.55	0.55	0.59	0.82
P - III	0.61	0.62	0.76	0.77
平均育苗率	0.5489	0.5733	0.7278	0.8022

在比較上列各項數據後得知，兩種實驗魚之平均育苗率，均以懸網式孵化法為最高（金菠蘿=56.44%；神仙魚=80.22%），高置式孵化法次之（金菠蘿=46.89%；神仙魚=72.78%），而斜置式與底置式則較差。但為了確實瞭解，懸網式孵化法對育苗效果是否真有助益，再以T-test分別對兩種實驗魚的育苗率加以分析⁽⁸⁾。結果發現：兩者之懸網式孵化法與高置式孵化法間之育苗率比較，均有顯著的差異〔金菠蘿： $|t|=3.824 > t(\frac{V=8}{P=0.05})=2.306$ ；神仙魚： $|t|=2.576 > t(\frac{V=8}{P=0.05})=2.306$ 〕。也就是說，懸網式孵化法的確有提高粘性卵魚類育苗率之功能。

四、討論

(一)影響育苗率的因素：

以自然生態狀況來看，粘性卵孵化後，初生苗在游動前仍會繼續附着於魚巢上一段時間，且部份慈鯛科魚種，親魚會一直守護在旁，隨時將掉落的初生苗銜回魚巢，環境不適時，甚至將整巢魚苗移至他處者亦有之⁽¹⁰⁾。因此，本實驗考慮到，粘着性魚苗一旦被移動後，其掉落魚巢的機率將大為提高，甚至造成死亡，故將育苗率設定為育成數與產卵量之間的比較，以符合人工育苗時之實際狀況。而在這種方式下，從產卵、孵化到育苗等三階段中，可能會影響到最終育苗率的因素，應還有受精率，孵化率，與攝食階段的死亡率等三項。是以嚴密控制產卵、孵化狀況在一恆定條件下，並謹慎維持攝食階段的水質，並縮短育苗時間在五天之內，是本實驗避免受孵化條件以外之其它因素影響的補足措施。

(二)各孵化法育苗率差異的原因分析：

依實驗結果得知，懸網式孵化法所得的育苗率最高，且與其它方法有顯著性差異。而在受精率、孵化率與攝食死亡率的影響均儘力避免，或視為相等條件的情況下，導致育苗率差異的主因，應在於初生苗從孵化後，到可游動覓食這階段內的死亡率所造成。

從實際觀察中發現，兩種實驗魚的初生苗，在30°C的條件下，從孵化到自由游動約需60hr。在這階段中，初生苗常會因自身泳動，或水流的關係而離開原孵化位置，但移位後是否能夠順利的再附着，或是掉落，則影響其活存機率至鉅。因此本實驗之各種孵化法，其所得的結果之所以不同，推斷就是預防初生苗掉落死亡的功

能強弱所致。

(三)各孵化法優劣因素之比較：

如前所述，初生苗掉落是造成死亡的主因；而若再進一步推究造成初生苗掉落的因素，則可發現與水流狀況及魚巢位置的關係密不可分。在自然生態中，由於親魚會以胸鰭煽動水流供初生苗呼吸所需的溶氧，並於初生苗掉落時，立即銜回魚巢內再行附着，故初生苗因掉落而死亡的機率幾乎微乎其微。但在人工孵化環境下，水流大都以打氣形成，這種人工水流最大的問題，在於強弱難以控制，且無法避免水流的死角，因此初生苗掉落而造成的損失便經常發生。但就量產與經濟的眼光來看，這種無謂的死亡等於是生產力的浪費，是以如何在供氧水流與防止掉落兩者之間取得平衡，是研發最佳孵化法的思考方向。而以下便是依此角度，對各種孵化法的優劣分析。

1.底置式孵化法：

此法因平置於孵化箱箱底，如果水流微弱，初生苗因移位而游離魚巢的情況較不嚴重；但問題在孵化過程中，水內懸浮物常因沈澱而附着於魚卵表面，這種狀況可能導致受精卵的呼吸作用受阻而降低孵化率。相反的，若增強水流，孵化後的初生苗，會在自身泳動及過強水流的雙重影響下，大量被沖出魚巢且相互粘集在水流緩和的死角處，之後便因缺氧而大量死亡。因此，在溶氧循環與水流沖擊的顧慮下，此法易陷於兩難的狀況。

2.斜置式孵化法：

斜置法雖然免除了懸浮物的堆積，水的循環溶氧也較充足，但孵化後第二天的初生苗，常因泳動而逐漸滑落魚巢，沈降於箱底。且若遇到水流過強時，所有魚苗甚至會在第二天即全數滑落，而繼之發生的相互堆積與死亡仍是難以避免。因此，如採用此法，須注意魚巢的斜度不可太陡，水流也不宜太強，否則與底置法的狀況相去不遠。

3.高置式孵化法：

這個方法的好處是，魚巢置於水位的中央，受精卵與初生苗可因較好的水流循環而獲得足夠的氧氣。且魚巢是平置的，理論上也可避免初生苗滑落的問題；但從實驗中發現，由於大部份種魚都是將魚卵產於魚巢的一邊，而非中央位置，所以初

生苗的掉落仍是無法避免。尤其在水流控制不當，或打氣的位置不合宜時，那其結果更是不如預期理想。這也就是表七及表八中所見，此種孵化法之育苗率雖稍好，但卻有較大差距（金菠蘿：0.36~0.56；神仙魚：0.59~0.81）的原因。

4.懸網式孵化法：

懸網式孵化法之所以能夠得到比其它三法較高、較穩定的育苗率，是因為同時克服了循環溶氧與初生苗滑落的兩項困難。由於魚巢在網中，而打氣位置在網外，網內水流得以變得相當緩和，且魚巢以斜置方式，除了使網內的對流更順暢外，也避免了懸浮物堆積的困擾。至於初生苗的滑落問題，因為網緣高於水面，所以即使滑落也都很容易的再附着於網片上，如此，既不致於沈底缺氧而導致死亡，也減少了彼此粘集堆積的狀況，實為理想的粘着性卵孵化法。

(四)金菠蘿與神仙魚育苗率之比較：

從表七及表八中可發現，金菠蘿的育苗率比神仙魚為低。但此一情形，因普遍存在於各種孵化法中，故應視為實驗魚個別的特性，而與孵化法無關。直言之，即是金菠蘿的受精率、孵化率與存活率本來就比神仙魚低之故。

(五)懸網式孵化法在大型魚類方面的運用：

本實驗雖使用小型慈鯛科為種魚，但已推究出粘性卵育苗工作的癥結所在。因此在孵化大型魚類的粘性卵時，雖然動輒以數萬卵計⁽⁶⁾，但其原理應可互通。比如在孵化鯉魚人工繁殖的受精卵時，若將魚巢置入一大型懸網內，再以微量水注入網內促進循環與充氧，則其育苗率之提高應可預期。

(六)附記：

本實驗在預備階段中發現，兩種實驗魚的受精卵在以照相機拍照時，使用閃光燈會大為降低孵化率，如多次曝光，魚卵甚至會全數死亡。至於此等魚類之受精卵為何會被瞬間強光刺激所破壞？其原因有待更進一步探討。而在孵化技術方面，是否可用遮光處理來提高孵化率？也是另一個值得研究的問題。但無論如何，若採拍照作為計算產卵量的方法時，以慢速快門來取代閃光燈是絕對必要的。

參考資料

- 1.朱錦忠·(1991)·*Cichlasoma severum* (Gold)之求偶及產卵行爲·德育學報, 6, 25-39·
- 2.沙謙平·(1983)·美洲大口黑鱸魚苗繁殖·中國水產, 366, 11-15·
- 3.林金榮, 張仁謀, 劉繼源, 陳其林, 方玉昆, 莊成意, 徐明星·(1988)·鮭形石斑繁殖及育苗試驗·台灣水產試驗所報告, 44, 253-266.
- 4.許英順, 許應祿, 張賢旺, 彭鏡洲·(1984)·美洲大嘴鱸魚生殖行爲之觀察·中國水產·376, 19-21·
- 5.陳兼善·(1978)·魚類學·台北:台灣商務印書館。
- 6.黃博信·(1985)·HCG混合PMS誘導鯉魚產卵之研究·中國水產, 387, 3-10·
- 7.彭弘光, 許可時, 劉嘉剛·(1983)·香魚大量培育試驗·台灣水產試驗所報告, 35, 87-91·
- 8.葉樹藩·(1977)·試驗設計學第一部份—生物統計學(8)·台北:廣文書局。
- 9.Ivan Petrovicky.(1989). *Aquarium Fish of the World*. New York: Arch Cape Press.
- 10.John A. Dawes.(1986). *The Tropical Freshwater Aquarium*. England: Hamlyn Publishing.